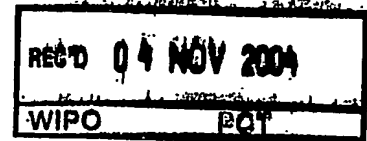


**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103.49.881.8

**Anmeldetag:** 25. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG,  
70567 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur  
Abstandsregelung

**IPC:** B 60 K, G 08 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Oktober 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schmidt O.

DaimlerChrysler AG

Dehnhardt

04.08.2003

Verfahren und Vorrichtung zur Abstandsregelung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur  
Abstandsregelung eines Fahrzeugs, wobei ein Istwert einer Ab-  
standsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und ei-  
nem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird. Wei-  
terhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die  
10 Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation  
des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers be-  
schreiben, mehrere Gewichtungswerte für die Abstandsgröße er-  
mittelt, wobei die Gewichtungswerte in einem ersten Rechen-  
schritt zu einem Verknüpfungswert für die Abstandsgröße ver-  
15 knüpft werden. Aus dem Verknüpfungswert wird wiederum ein  
Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt, wobei Bremsmittel  
und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert wer-  
den, dass der ermittelte Istwert der Abstandsgröße den ermit-  
telten Sollwert einnimmt.

20 Eine derartige Vorrichtung zur Abstandsregelung geht aus der  
Druckschrift DE 199 43 611 A1 hervor. Die Vorrichtung ermit-  
telt einen Sollabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug, wo-  
bei die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs durch Eingriffe in  
25 den Motorantrieb und/oder die Bremse des Fahrzeugs derart ge-  
regelt wird, dass der Abstand zwischen Fahrzeug und voraus-  
fahrendem Fahrzeug den ermittelten Sollabstand einnimmt. Da-  
mit auch bei ungünstigen Wetter- und Helligkeitsverhältnissen  
ein sicherer, d.h. ausreichend großer Abstand zum vorausfah-  
30 renden Fahrzeug eingehalten wird, werden in Abhängigkeit von  
Eingangsgrößen, die die Fahrgeschwindigkeit, die Sichtweite,

den Straßenzustand, die Scheibenwischeraktivität und den Schaltzustand von Nebelleuchten und Scheinwerfern beschreiben, Gewichtungswerte ermittelt, die umso größere positive Werte annehmen, je ungünstiger die durch die Eingangsgrößen beschriebenen Wetter- und Helligkeitsverhältnisse sind. Die Gewichtungswerte stellen gemäß eines dargestellten Ausführungsbeispiels dimensionslose Relativwerte dar, die zu einem gemeinsamen Faktor aufaddiert werden, entsprechend dem der Sollabstand im Falle ungünstiger Wetter- und Helligkeitsverhältnisse vergrößert wird. Nachteilig ist, dass die Hinzunahme weiterer Gewichtungswerte, die sich aufgrund zusätzlich zu berücksichtigender Eingangsgrößen ergeben, unter Umständen zu einem unangemessen großen Sollabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug führt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass sich zur Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße eine beliebige Zahl von Eingangsgrößen berücksichtigen lässt, ohne dass sich ein unangemessener Sollwert für die Abstandsgröße ergeben kann.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 7 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs wird ein Istwert einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt. Weiterhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte für die Abstandsgröße ermittelt, wobei die Gewichtungswerte in einem ersten Rechenschritt zu einem Verknüpfungswert für die Abstandsgröße verknüpft werden. Aus dem Verknüpfungswert wird wiederum ein Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt, wobei Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs

derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert einnimmt. Auf den ersten Rechenschritt folgt ein zweiter Rechenschritt, in dem der Verknüpfungswert auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt wird, wobei der Sollwert der Abstandsgröße aus dem gegebenenfalls eingeschränkten Verknüpfungswert ermittelt wird. Die nachträgliche Einschränkung des Verknüpfungswerts ermöglicht zum einen, dass sich zur Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße eine beliebige Zahl von Eingangsgrößen berücksichtigen lässt, ohne dass sich ein unangemessener Sollwert für die Abstandsgröße ergeben kann, und zum anderen, dass weitgehende Freiheit bei der Wahl der zur Ermittlung des Verknüpfungswerts verwendeten Verknüpfungsfunktion besteht, da die Verknüpfungsfunktion selbst keine Beschränkung aufzuweisen braucht.

Die zur Beschreibung der Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder der Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder des Fahrverhaltens des Fahrers herangezogenen Eingangsgrößen umfassen insbesondere eine oder mehrere der folgenden Größen:

- die Scheibenwischeraktivität, die Fahrtgeschwindigkeit und Beschleunigung des Fahrzeugs, die Relativgeschwindigkeit und Relativbeschleunigung zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug,
- den Fahrbahnverlauf, die Fahrbahnneigung, die Fahrbahnbeschaffenheit, geltende Fahrtgeschwindigkeitsbegrenzungen, die in Fahrzeugumgebung vorliegenden Wetter- und Helligkeitsverhältnisse, die Außentemperatur,
- das Fahrkönnen des Fahrers, den Fahrertyp, und die Betätigung eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Antriebsmittel vorgesehenen Fahrpedals.

Vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei der Verknüpfung der Gewichtungswerte um eine multiplikative Operation. Der Anschaulichkeit halber soll vorausgesetzt werden, dass ein hoher Gewichtungswert einem hohen Sollwert und ein niedriger Gewichtungswert einem niedrigen Sollwert der Abstandsgröße entspricht. Aufgrund der multiplikativen Verknüpfung kann also ein hoher Gewichtungswert ( $> 1$ ) durch einen niedrigen Gewichtungswert ( $< 1$ ) kompensiert werden und umgekehrt. In diesem Fall lassen sich insbesondere fehlerhaft ermittelte, stark abweichende Gewichtungswerte ausgleichen, wodurch die Zuverlässigkeit bei der Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße maßgeblich erhöht wird.

Zur exakten Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße kann es sich bei der multiplikativen Operation um das geometrische Mittel der Gewichtungswerte handeln. Die Ermittlung des geometrischen Mittels kann auf Basis einer leicht zu berechnenden Reihentwicklung erfolgen, wobei die Ermittlungsgenauigkeit umso größer ist, je größer die Anzahl der berücksichtigten Reihenglieder ist.

Um zu verhindern, dass die ermittelten Gewichtungswerte zu übermäßig großen bzw. übermäßig kleinen Sollwerten für die Abstandsgröße führen, wird der Verknüpfungswert auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt. Der Wertebereich ist hierbei durch Vorgabe eines oberen und unteren Grenzwerts für den Verknüpfungswert definiert, wobei die Grenzwerte in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden.

Zur einfachen Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße kann der Verknüpfungswert mit einem geeigneten Referenzwert für die Abstandsgröße multipliziert werden, wobei der Referenzwert ebenfalls in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird.

Die erwähnten Fahrzustandsgrößen umfassen beispielsweise eine Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Beschleunigungsgröße, die die Beschleunigung bzw. Verzögerung des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die die Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug beschreibt, und/oder eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt.

10

Die Ermittlung des Referenzwerts und der Grenzwerte erfolgt vorzugsweise derart, dass der Sollwert der Abstandsgröße einen gegebenen Höchst- bzw. Mindestwert nicht über- bzw. unterschreitet. Der Höchstwert ist im wesentlichen durch die maximale Reichweite von Sensormitteln, die zur Ermittlung des Istwerts der Abstandsgröße vorgesehen sind, gegeben, während sich der Mindestwert aus einem aus Sicherheitsgründen nicht zu unterschreitenden Mindestabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ergibt, der einerseits so gering wie möglich ist und der andererseits auch bei einer Vollbremsung des vorausfahrenden Fahrzeugs dem Fahrer die Möglichkeit gibt, das Fahrzeug sicher und kollisionsfrei in den Stillstand abzubremesen, wobei neben den Fahrzustandsgrößen zusätzlich Verzögerungszeitgrößen, die die Reaktionszeit des Fahrers („Schrecksekunde“) und/oder die aufgrund des Lüftungsspiels verursachte Totzeit der Bremsmittel des Fahrzeugs beschreiben, mitberücksichtigt werden. Bei den Sensormitteln handelt es sich beispielsweise um Radar- oder Ultraschallsensoren, wie sie in gängigen Abstandsregelsystemen Verwendung finden. Die Reichweite dieser Sensormittel beträgt je nach Ausführung und verwendetem Frequenzbereich zwischen 30 und 200 Metern.

30

Um den Fahrer auf ein allzu dichtes Auffahren auf das vorausfahrende Fahrzeug bzw. auf das Vorliegen einer Auffahrgefahr hinzuweisen, besteht die Möglichkeit, eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs in Form optischer und/oder akustischer Signale auszugeben, falls der ermittelte Istwert der

35

Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert des Verknüpfungswerts gegebenen Sollwert der Abstandsgröße, also den Mindestwert der Abstandsgröße unterschreitet. Dem Fahrer bleibt dann noch ausreichend Zeit, um geeignete Gegenmaßnahmen, beispielsweise durch Betätigung der Bremsmittel des Fahrzeugs, zu ergreifen.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens, und  
Fig. 2 ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs dargestellt, wobei in einem ersten Hauptschritt 11 ein Istwert  $d_{ist}$  einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird. Gleichzeitig werden in Teilschritten 12a bis 12d, die Teil eines zweiten Hauptschritts 12 sind, in Abhängigkeit von Eingangsgrößen  $x_{i,i=1...4}$ , die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte  $g_{i,i=1...4}$  für die Abstandsgröße ermittelt.

Beispielsgemäß handelt es sich bei einer ersten Eingangsgröße  $x_1$  um eine Größe, die eine vom Fahrer hervorgerufene Fahrpedalauslenkung  $s$  eines nicht abgebildeten Fahrpedals, das zur fahrerseitigen Beeinflussung von Antriebsmitteln des Fahrzeugs vorgesehen ist, beschreibt. Bei plötzlichem Eintreten einer Auffahrgefahr auf ein vorausfahrendes Fahrzeug reagiert der Fahrer intuitiv mit einer Verringerung der Fahrpedalauslenkung  $s$ , in der Absicht, den Abstand zum vorausfahrenden

Fahrzeug auf einen sicheren Wert zu vergrößern. Umgekehrt erwartet der Fahrer bei Vergrößerung der Fahrpedalauslenkung  $s$  intuitiv eine Verringerung des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug. Der erste Gewichtungswert  $g_1$  ist daher umso größer, je größer die vom Fahrer hervorgerufene Fahrpedalauslenkung  $s$  ist, was im ersten Teilschritt 12a durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen erstem Gewichtungswert  $g_1$  und Fahrpedalauslenkung  $s$  Eingang findet. Die funktionale Abhängigkeit weist hierzu insbesondere den dargestellten stufenförmigen Verlauf auf, wobei anstelle eines stufenförmigen Verlaufs natürlich auch jeder andere Verlauf denkbar ist, der zum gewünschten Ergebnis führt. Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die Stufen des Verlaufs gemäß dem ersten Teilschritt 12a jeweils eine Hysterese auf.

Bei einer zweiten Eingangsgröße  $x_2$  handelt es sich um eine Größe, die das Fahrkönnen des Fahrers charakterisiert. Das Fahrkönnen wird beispielsweise vom Fahrer des Fahrzeugs an einem im Fahrzeug angeordneten Bedienelement an- bzw. vorgegeben, wobei der Fahrer zwischen einem „Komfortmodus“ und einem „Sportmodus“ wählen kann. Der zweite Gewichtungswert  $g_2$  ist im Falle des „Komfortmodus“ größer als im „Sportmodus“, was im zweiten Teilschritt 12b bei der Ermittlung des zweiten Gewichtungswerts  $g_2$  durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen zweitem Gewichtungswert  $g_2$  und gewähltem Modus berücksichtigt wird. Beispielsgemäß wird die funktionale Abhängigkeit durch eine Sprungfunktion beschrieben. Es versteht sich, dass auch mehr als zwei wählbare Modi vorgesehen sein können. Weiterhin ist auch eine fahrerunabhängige Abschätzung des Fahrkönnens durch Auswertung geeigneter Größen, beispielsweise durch Auswertung der maximal auftretenden Beschleunigungen bzw. Verzögerungen  $a_f$  des Fahrzeugs oder der Betätigungsgeschwindigkeit von zur Beeinflussung der Längs- und Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehenen Bedienelementen vorstellbar.



Weiterhin handelt es sich bei einer dritten Eingangsgröße  $x_3$  um eine Größe, die den Straßenzustand, also den Reibwert  $\mu$  zwischen der Fahrbahnoberfläche und den Rädern des Fahrzeugs charakterisiert. Der dritte Gewichtungswert  $g_3$  nimmt tendenziell mit geringer werdendem Reibwert  $\mu$  zu, was im dritten Teilschritt 12c in Form einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen drittem Gewichtungswert  $g_3$  und Reibwert  $\mu$  Berücksichtigung findet. Der Reibwert  $\mu$  wird beispielsweise auf Basis einer ermittelten Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit  $v_f$  des Fahrzeugs beschreibt, und/oder einer ermittelten Gierratengröße, die die Gierrate  $\dot{\psi}$  des Fahrzeugs beschreibt, und/oder einer ermittelten Querschleunigungsgröße, die die auf das Fahrzeug wirkende Querschleunigung  $a_y$  beschreibt, und/oder einer ermittelten Lenkwinkelgröße, die den an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs eingestellten Lenkwinkel  $\delta$  beschreibt, bestimmt. Alternativ wird der Reibwert  $\mu$  lediglich geschätzt, wozu die Scheibenwischeraktivität und/oder die Außentemperatur ausgewertet wird.

20

Bei einer vierten Eingangsgröße  $x_4$  schließlich handelt es sich um eine Größe, die das Beschleunigungsverhalten des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zum eigenen Fahrzeug beschreibt, also beispielsweise eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung  $a_{rel}$  des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt. Der vierte Gewichtungswert  $g_4$  wird hierbei umso größer bzw. kleiner, je größer die Beschleunigung bzw. Verzögerung des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zum eigenen Fahrzeug ist, was im vierten Teilschritt 12d durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen viertem Gewichtungswert und Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung  $a_{rel}$  berücksichtigt wird. Die funktionale Abhängigkeit weist insbesondere den dargestellten stufenförmigen Verlauf auf, wobei anstelle eines stufenförmigen Verlaufs natürlich auch jeder andere Verlauf möglich ist.

Analog zum ersten Teilschritt 12a weisen die Stufen des im vierten Teilschritt 12d dargestellten Verlaufs ebenfalls jeweils eine Hysterese auf. Durch die Hysterese wird vermieden, dass bereits geringfügige Schwankungen der Eingangsgröße  $x_1$  bzw.  $x_4$  im Bereich einer der Sprungstellen des stufenförmigen Verlaufs zu einem ständigen hin- und herwechseln zwischen zwei benachbarten Stufenniveaus des Gewichtungswerts  $g_1$  bzw.  $g_4$  führen, was letztlich ein äußerst unruhiges Abstandsverhalten des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug aufgrund des sich ständig verändernden Sollwerts der Abstandsgröße zur Folge hätte.

Die Gewichtungswerte  $g_{i,i=1...4}$  stellen im vorliegenden Ausführungsbeispiel dimensionslose Faktoren dar, die innerhalb vorgegebener Werteintervalle liegen, wobei die Werteintervalle jeweils durch Vorgabe einer oberen Intervallgrenze  $g_{i,i=1...4}^{\max}$  und einer unteren Intervallgrenze  $g_{i,i=1...4}^{\min}$  definiert sind. Größenordnungsmäßig gilt beispielsweise  $g_{i,i=1...4}^{\max} \approx 1,0 \dots 1,5$  und  $g_{i,i=1...4}^{\min} \approx 0,5 \dots 1,0$ . Der genaue Wert der Intervallgrenzen  $g_{i,i=1...4}^{\max}, g_{i,i=1...4}^{\min}$  hängt von der jeweiligen Eingangsgröße  $x_{i,i=1...4}$  ab.

Die genauen funktionalen Abhängigkeiten zwischen den Gewichtungswerten  $g_{i,i=1...4}$  und den Eingangsgrößen  $x_{i,i=1...4}$  werden, ebenso wie die jeweils zugehörigen Werteintervalle bzw. Intervallgrenzen, auf Basis von theoretischen Untersuchungen und/oder Simulationen und/oder Fahrversuchen ermittelt.

In einem ersten Rechenschritt werden die ermittelten Gewichtungswerte  $g_{i,i=1...4}$  zu einem Verknüpfungswert  $f$  für die Abstandsgröße verknüpft. Dies erfolgt in einem dritten Hauptschritt 13, wobei es sich bei der Verknüpfung um eine multiplikative Operation handelt,

$$f \propto \prod_{i=1...4} g_i ,$$

vorzugsweise um das geometrische Mittel der Gewichtungswerte  $g_{i,i=1...4}$ ,

$$f \propto \sqrt[4]{\prod_{i=1...4} g_i} .$$

5

In einem zweiten Rechenschritt wird der Verknüpfungswert  $f$  auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt. Dies erfolgt in einem vierten Hauptschritt 14, wobei der Wertebereich durch Vorgabe eines oberen Grenzwerts  $f_{\max}$  und eines unteren Grenzwerts  $f_{\min}$  für den Verknüpfungswert  $f$  definiert ist. Die Grenzwerte  $f_{\max}, f_{\min}$  werden in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben. Größenordnungsmäßig gilt beispielsweise  $f_{\max} \approx 1,75$  und  $f_{\min} \approx 0,25$ .

15

Zur Ermittlung des Sollwerts  $d_{\text{soll}}$  der Abstandsgröße wird der gegebenenfalls begrenzte Verknüpfungswert  $f$  in einem fünften Hauptschritt 15 mit einem geeigneten Referenzwert  $d_{\text{ref}}$  der Abstandsgröße multipliziert, wobei der Referenzwert  $d_{\text{ref}}$  ebenfalls in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird. In Abwandlung zur dargestellten Ausführung kann anstatt der Begrenzung des Verknüpfungswerts  $f$  auch eine Begrenzung des Sollwerts  $d_{\text{soll}}$  der Abstandsgröße erfolgen.

25

Bei den Fahrzustandsgrößen handelt es sich beispielsweise um eine Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit  $v_f$  des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Beschleunigungsgröße, die die Beschleunigung bzw. Verzögerung  $a_f$  des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  zwischen Fahrzeug und vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, und/oder eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung  $a_{\text{rel}}$  des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt.

35

Die Ermittlung des Referenzwerts  $d_{ref}$  und der Grenzwerte  $f_{max}$ ,  $f_{min}$  erfolgt vorzugsweise derart, dass der Sollwert  $d_{soll}$  der Abstandsgröße einen gegebenen Höchst- bzw. Mindestwert nicht über- bzw. unterschreitet. Der Höchstwert ist im wesentlichen  
5 durch die maximale Reichweite von Sensormitteln, die zur Ermittlung des Istwerts  $d_{ist}$  der Abstandsgröße vorgesehen sind, gegeben, während sich der Mindestwert aus einem aus Sicherheitsgründen nicht zu unterschreitenden Mindestabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ergibt, der einerseits so gering wie  
10 möglich ist und der andererseits auch bei einer Vollbremsung des vorausfahrenden Fahrzeugs dem Fahrer die Möglichkeit gibt, das Fahrzeug sicher und kollisionsfrei in den Stillstand abzubremesen, wobei neben den Fahrzustandsgrößen zusätzlich auf Erfahrungswerten basierende Verzögerungszeitgrößen,  
15 die die Reaktionszeit des Fahrers („Schrecksekunde“) und/oder die aufgrund des Lüftungsspiels verursachte Totzeit von Bremsmitteln des Fahrzeugs beschreiben, mitberücksichtigt werden.

20 In einem sechsten Hauptschritt 16 werden schließlich die Bremsmittel und/oder die Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert, dass der ermittelte Istwert  $d_{ist}$  der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert  $d_{soll}$  einnimmt. Dies erfolgt in Form einer Regelung bzw. Steuerung, wobei die Differenz, d.h.  
25 die Abweichung zwischen dem Istwert  $d_{ist}$  und dem Sollwert  $d_{soll}$  der Abstandsgröße, eine Steuer- bzw. Regelgröße zur Ansteuerung der Bremsmittel und/oder der Antriebsmittel bildet.

Um den Fahrer auf ein allzu dichtes Auffahren auf das vorausfahrende Fahrzeug bzw. auf das Vorliegen einer Auffahrgefahr hinzuweisen, wird in einem zweiten Nebenschritt 22 eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs in Form optischer und/oder akustischer Signale ausgegeben, falls in einem vorhergehenden ersten Nebenschritt 21 festgestellt wird, dass  
30 der ermittelte Istwert  $d_{ist}$  der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert  $f_{min}$  des Verknüpfungswerts  $f$  gegebenen  
35

Sollwert  $d_{\text{so11}}$  der Abstandsgröße, also den Mindestwert der Abstandsgröße unterschreitet.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen  
5 Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst neben den zur Erfassung des Abstands zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug vorgesehenen Sensormitteln 30 eine Auswerteeinheit 31, der die Abstandssignale der Sensormittel 30 zugeführt werden. Bei den Sensormitteln 30 handelt es sich beispielsweise um Radar- oder Ultraschallsensoren, wie sie in gängigen Abstandsregelsystemen  
10 Verwendung finden. Gleichzeitig ermittelt die Auswerteeinheit 31 auf Basis der Eingangsgrößen  $x_{i,i=1...4}$  die Gewichtungswerte  $g_{i,i=1...4}$  der Abstandsgröße. Die zur Ermittlung der Gewichtungswerte  $g_{i,i=1...4}$  benötigten funktionalen Abhängigkeiten sind  
15 hierbei in der Auswerteeinheit 31 abgelegt.

Die zur Ermittlung des ersten Gewichtungswerts  $g_1$  herangezogene Fahrpedalauslenkung  $s$  liegt in Form eines Sensorsignals  
20 vor, das von einem mit dem Fahrpedal 32 zusammenwirkenden Fahrpedalsensor 34 bereitgestellt und der Auswerteeinheit 31 zugeführt wird.

Weiterhin erfasst die Auswerteeinheit 31 zur Ermittlung des  
25 zweiten Gewichtungswerts  $g_2$  den Schaltzustand des zur Vorgabe des Fahrkönnens vorgesehenen Bedienelements 35, das die Auswahl zwischen dem „Komfortmodus“ und dem „Sportmodus“ erlaubt. Das Bedienelement 35 ist vorzugsweise menügesteuert in eine vorhandene Kombi-menüeinheit implementiert.

30 Zur Ermittlung des dritten Gewichtungswerts  $g_3$  auf Basis des Straßenzustands, also des Reibwerts  $\mu$ , wertet die Auswerteeinheit 31 die Signale von Raddrehzahlsensoren 40, die die Raddrehzahlen  $n_{i,i=1...4}$  der Räder des Fahrzeugs erfassen,  
35 und/oder eines Gierratensensors 41, der die Gierrate  $\dot{\psi}$  des Fahrzeugs erfasst, und/oder eines Querschleunigungssensors 42, der die auf das Fahrzeug wirkende Querschleunigung  $a_y$

erfasst, und/oder eines Lenkradwinkelsensors 43, der den Lenkradwinkel  $\alpha$  eines Lenkrads 44, das zur fahrerseitigen Beeinflussung des Lenkwinkels  $\delta$  vorgesehen ist, erfasst, aus. Aus den erfassten Raddrehzahlen  $n_{i,i=1...4}$  lässt sich insbesondere die Fahrtgeschwindigkeitsgröße bzw. die durch die Fahrtgeschwindigkeitsgröße beschriebene Fahrtgeschwindigkeit  $v_f$  des Fahrzeugs ableiten. Sowohl Gierratensensor 41 als auch Querbeschleunigungssensor 42 können Teil eines im Fahrzeug vorhandenen Elektronischen Stabilitäts-Programms (ESP) sein. Alternativ kann die Auswerteeinheit 31 den Reibwert  $\mu$  durch Auswertung der Signale eines zur Erfassung der Scheibenwischeraktivität vorgesehenen Scheibenwischersensors 45 und/oder eines zur Erfassung der Außentemperatur vorgesehenen Temperatursensors 46 abschätzen.

Die zur Ermittlung der vierten Gewichtungswerts  $g_4$  herangezogene Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung  $a_{rel}$  schließlich ergibt sich durch zweifache zeitliche Ableitung oder entsprechende Gradientenbildung der von den Sensormitteln 30 zur Verfügung gestellten Abstandssignale.

Die in Abhängigkeit der Eingangsgrößen  $x_{i,i=1...4}$  ermittelten Gewichtungswerte  $g_{i,i=1...4}$  werden von der Auswerteeinheit 31 multiplikativ zum Verknüpfungswert  $f$  für die Abstandsgröße verknüpft, danach auf den durch den oberen und unteren Grenzwert  $f_{min}, f_{max}$  definierten Wertebereich eingeschränkt und schließlich zur Ermittlung des Sollwerts  $d_{soll}$  für die Abstandsgröße mit dem vorgegebenen Referenzwert  $d_{ref}$  der Abstandsgröße multipliziert.

Nach erfolgter Ermittlung des Sollwerts  $d_{soll}$  der Abstandsgröße steuert die Auswerteeinheit 31 die zur Abbremsung des Fahrzeugs vorgesehenen Bremsmittel 50 und/oder die Antriebsmittel 33 derart an, dass der ermittelte Istwert  $d_{ist}$  der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert  $d_{soll}$  einnimmt. Die Auswerteeinheit 31 wirkt hierzu mit einer Antriebsmittelsteuerung 51 zur Ansteuerung der Antriebsmittel 33 und mit einer

Bremsmittelsteuerung 52 zur Ansteuerung der Bremsmittel 50 zusammen, wobei es sich bei den Antriebsmitteln 33 unter anderem um Motor, Getriebe und Kupplung des Fahrzeugs und bei den Bremsmitteln 50 beispielsweise um hydraulisch oder pneumatisch betätigte Radbremseinrichtungen handelt.

Zur Ausgabe der Fahrerwarnung sind optische und/oder akustische Signalgeber 53 vorgesehen, die von der Auswerteeinheit 31 angesteuert werden, falls der ermittelte Istwert  $d_{ist}$  der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert  $f_{min}$  des Verknüpfungswerts  $f$  gegebenen Sollwert  $d_{soll}$  der Abstandsgröße unterschreitet.

Eine Aktivierung bzw. Deaktivierung der Vorrichtung erfolgt beispielsweise über einen Schalter 54, der mit der Auswerteeinheit 31 verbunden ist und der menügesteuert in eine vorhandene Kombimenüeinheit implementiert sein kann. Daneben ist es auch vorstellbar, die Vorrichtung fahrerunabhängig zu deaktivieren, falls ein Fahrerwunsch auf Abbremsung des Fahrzeugs festgestellt wird, wozu die Auswerteeinheit 31 die Signale eines Bremspedalsensors 55 auswertet, der eine vom Fahrer hervorgerufene Bremspedalauslenkung 1 eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Bremsmittel 50 vorgesehenen Bremspedals 56 erfasst.

Die zur Verwirklichung des Verfahrens bzw. der Vorrichtung notwendigen Sensoren sind in der Regel im Fahrzeug vorhanden, sodass sich die erfindungsgemäße Abstandsregelung nicht nur kostengünstig bei Neufahrzeugen, sondern auch nachträglich in bereits vorhandene Abstandsregelsysteme nachrüsten lässt.

DaimlerChrysler AG

Dehnhardt

04.08.2003

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, bei dem  
ein Istwert ( $d_{ist}$ ) einer Abstandsgröße, die einen Abstand  
zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug  
beschreibt, ermittelt wird, und bei dem in Abhängigkeit  
10 von Eingangsgrößen ( $x_i$ ), die die Fahrsituation des Fahr-  
zeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs  
und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, meh-  
rere Gewichtungswerte ( $g_i$ ) für die Abstandsgröße ermit-  
telt werden, wobei die Gewichtungswerte ( $g_i$ ) in einem  
ersten Rechenschritt zu einem Verknüpfungswert ( $f$ ) für  
15 die Abstandsgröße verknüpft werden, aus dem wiederum ein  
Sollwert ( $d_{soll}$ ) für die Abstandsgröße ermittelt wird, wo-  
bei Bremsmittel (50) und/oder Antriebsmittel (33) des  
Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte  
Istwert ( $d_{ist}$ ) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert  
20 ( $d_{soll}$ ) der Abstandsgröße einnimmt,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass in einem zweiten Rechenschritt der Verknüpfungswert  
( $f$ ) auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt  
wird, wobei der Sollwert ( $d_{soll}$ ) der Abstandsgröße aus dem  
25 gegebenenfalls eingeschränkten Verknüpfungswert ( $f$ ) er-  
mittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
30 dass es sich bei der Verknüpfung der Gewichtungswerte  
( $g_i$ ) um eine multiplikative Operation handelt.



3. Verfahren nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass es sich bei der multiplikativen Operation um das ge-  
ometrische Mittel der Gewichtungswerte ( $g_i$ ) handelt.

5

4. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Wertebereich durch Vorgabe eines oberen und un-  
teren Grenzwerts ( $f_{\min}, f_{\max}$ ) für den Verknüpfungswert ( $f$ )  
definiert ist, wobei die Grenzwerte ( $f_{\min}, f_{\max}$ ) in Abhän-  
gigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des  
Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden.

10

5. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Verknüpfungswert ( $f$ ) zur Ermittlung des Soll-  
werts ( $d_{\text{soll}}$ ) der Abstandsgröße mit einem vorgegebenen Re-  
ferenzwert ( $d_{\text{ref}}$ ) für die Abstandsgröße multipliziert  
wird, wobei der Referenzwert ( $d_{\text{ref}}$ ) in Abhängigkeit von  
Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs be-  
schreiben, vorgegeben wird.

15

20

6. Verfahren nach Anspruch 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs aus-  
gegeben wird, falls der ermittelte Istwert ( $d_{\text{ist}}$ ) der Ab-  
standsgröße den durch den unteren Grenzwert ( $f_{\min}$ ) des  
Verknüpfungswerts ( $f$ ) gegebenen Sollwert ( $d_{\text{soll}}$ ) der Ab-  
standsgröße unterschreitet.

25

30

7. Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, bei der  
eine Auswerteeinheit (31) einen Istwert ( $d_{\text{ist}}$ ) einer Ab-  
standsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und  
einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt, und  
bei der die Auswerteeinheit (31) in Abhängigkeit von Ein-  
gangsgrößen ( $x_i$ ), die die Fahrsituation des Fahrzeugs  
und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder

35

das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte ( $g_i$ ) für die Abstandsgröße ermittelt, wobei die Auswerteeinheit (31) die Gewichtungswerte ( $g_i$ ) in einem ersten Rechenschritt zu einem Verknüpfungswert ( $f$ ) für die Abstandsgröße verknüpft, aus dem die Auswerteeinheit (31) wiederum einen Sollwert ( $d_{soll}$ ) für die Abstandsgröße ermittelt, wobei die Auswerteeinheit (31) Bremsmittel (50) und/oder Antriebsmittel (33) des Fahrzeugs derart ansteuert, dass der ermittelte Istwert ( $d_{ist}$ ) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert ( $d_{soll}$ ) der Abstandsgröße einnimmt, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (31) in einem zweiten Rechenschritt den Verknüpfungswert ( $f$ ) auf einen vorgegebenen Wertebereich einschränkt, wobei die Auswerteeinheit (31) den Sollwert ( $d_{soll}$ ) der Abstandsgröße aus dem gegebenenfalls eingeschränkten Verknüpfungswert ( $f$ ) ermittelt.

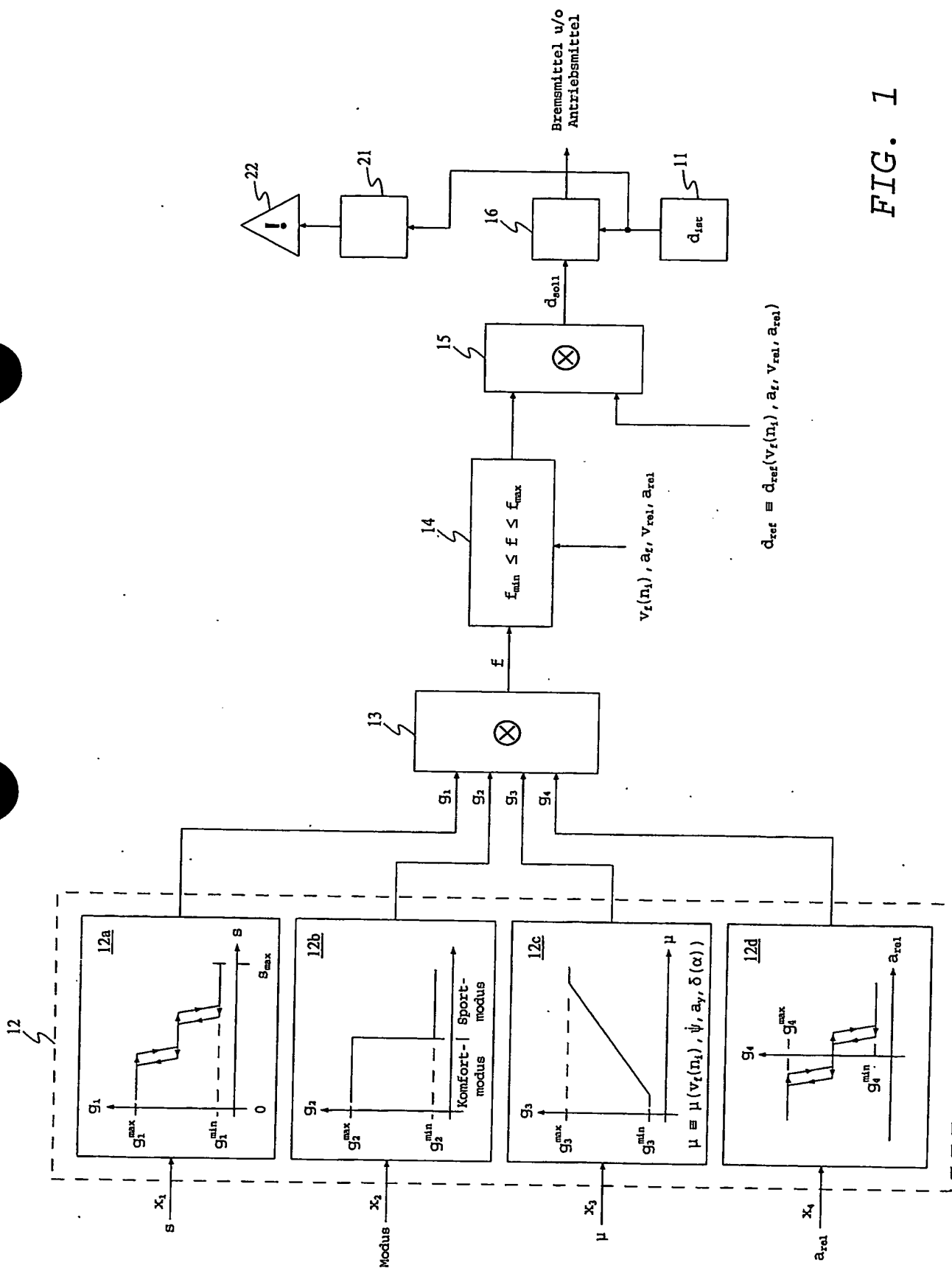


FIG. 1

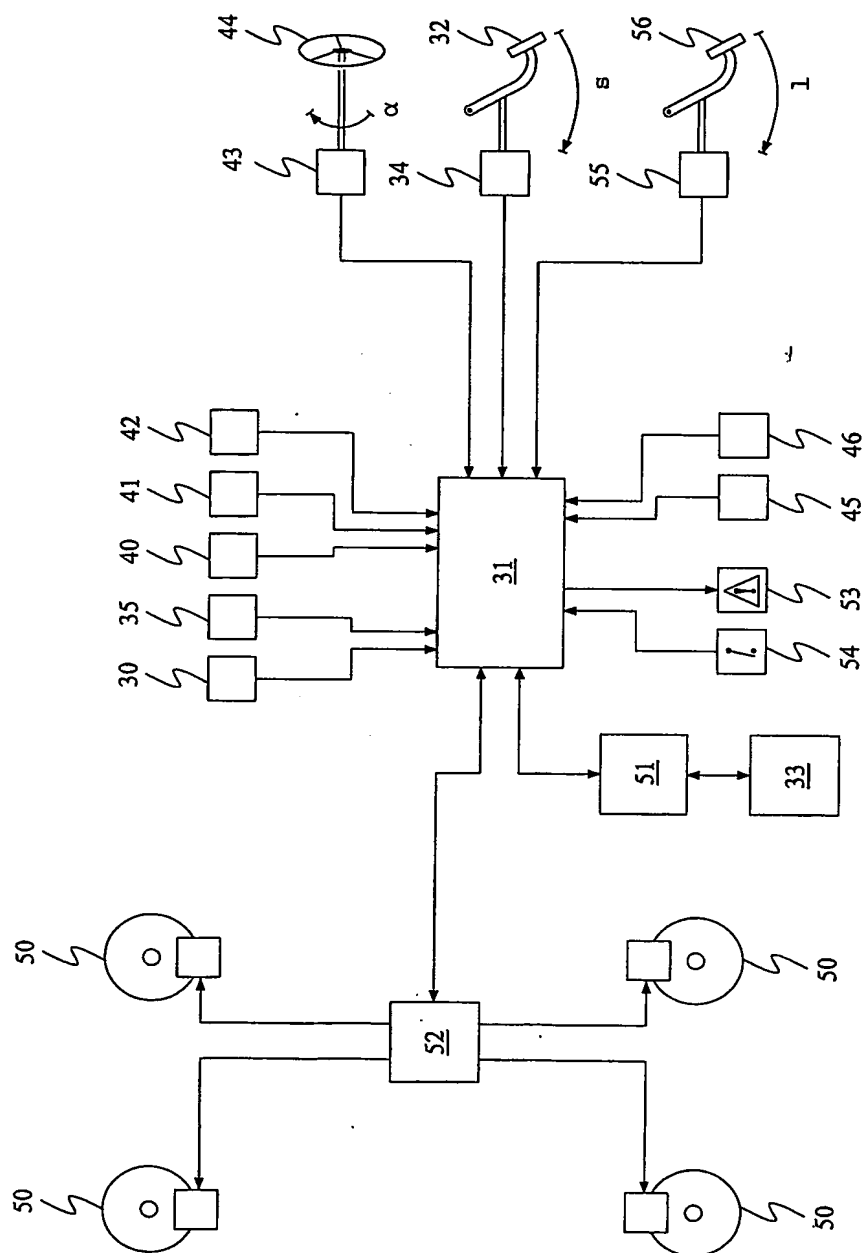


FIG. 2

DaimlerChrysler AG

Dehnhardt

04.08.2003

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur  
Abstandsregelung eines Fahrzeugs, wobei ein Istwert ( $d_{ist}$ )  
einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug  
und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt  
wird. Weiterhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen  
10 ( $x_i$ ), die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umge-  
bungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des  
Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte ( $g_i$ ) für die  
Abstandsgröße ermittelt, wobei die Gewichtungswerte ( $g_i$ ) in  
einem ersten Rechenschritt zu einem Verknüpfungswert ( $f$ ) für  
15 die Abstandsgröße verknüpft werden. Aus dem Verknüpfungswert  
( $f$ ) wird wiederum ein Sollwert ( $d_{soll}$ ) für die Abstandsgröße  
ermittelt, wobei Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des  
Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Ist-  
wert ( $d_{ist}$ ) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert ( $d_{soll}$ )  
20 einnimmt. Auf den ersten Rechenschritt folgt ein zweiter Re-  
chenschritt, in dem der Verknüpfungswert ( $f$ ) auf einen vorge-  
gebenen Wertebereich eingeschränkt wird, wobei der Sollwert  
( $d_{soll}$ ) der Abstandsgröße aus dem gegebenenfalls eingeschränk-  
ten Verknüpfungswert ( $f$ ) ermittelt wird.

25

Fig. 1

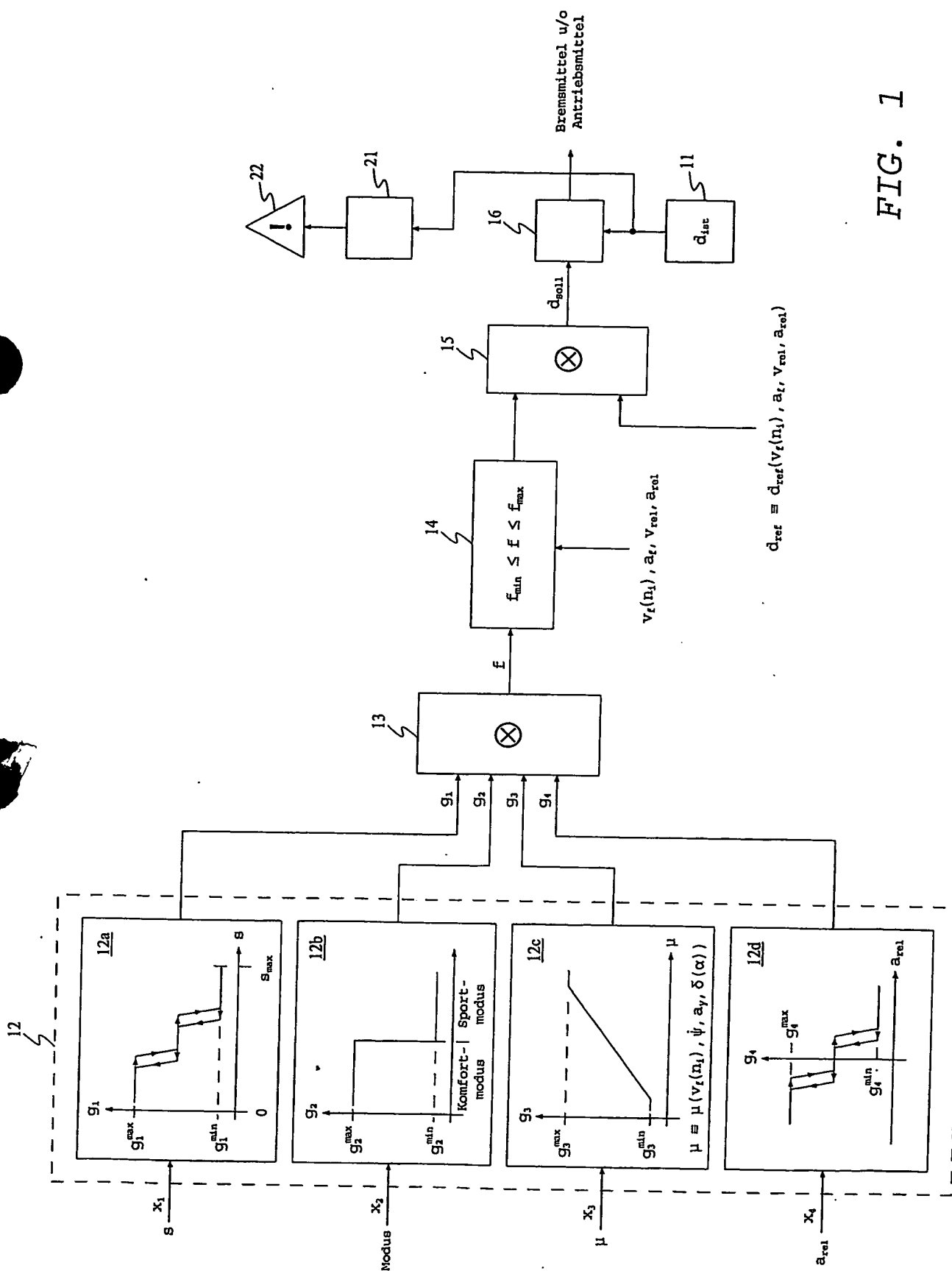


FIG. 1